

18. 5. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

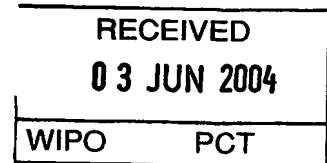
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 5月20日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-141461  
[ST. 10/C]: [JP 2003-141461]

出 願 人  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

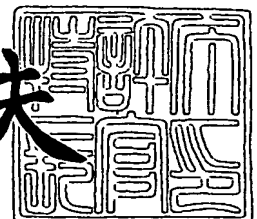


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 1月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 H103103301

【提出日】 平成15年 5月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B25J 05/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 竹村 佳也

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 長谷川 忠明

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 福島 崇文

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081972

【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋1丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル816号

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 豊

【電話番号】 03-5956-7220

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049836

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0016256

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
【発明の名称】 脚式移動ロボット  
【特許請求の範囲】

【請求項1】 上体と大腿リンクを連結する股関節と、前記大腿リンクと下腿リンクを連結する膝関節と、前記下腿リンクと足平を連結する足首関節を有する脚部を備え、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記股関節は、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成したことを特徴とする脚式移動ロボット。

【請求項2】 前記股関節は、前記第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して前記上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して前記大腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記第1の部材と第2の部材を、前記第4の回転軸を介して連結したことを特徴とする請求項1項記載の脚式移動ロボット。

【請求項3】 前記第4の回転軸は、前記ヨー軸と非平行な回転軸であることを特徴とする請求項1項または2項記載の脚式移動ロボット。

【請求項4】 前記第4の回転軸を、前記第1の回転軸より前記ロール軸方向において前方に配置するように構成したことを特徴とする請求項1項から3項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項5】 前記第1の回転軸を駆動する第1回転軸用モータと、前記第1回転軸用モータの出力を減速する第1回転軸用減速機とを備えると共に、前記第1回転軸用モータと第1回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第1の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求項1項から4項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項6】 前記第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転軸用モータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第2の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求項1項から5項のいずれか

に記載の脚式移動ロボット。

【請求項 7】 前記第 3 の回転軸を駆動する第 3 回転軸用モータと、前記第 3 回転軸用モータの出力を減速する第 3 回転軸用減速機とを備えると共に、前記第 3 回転軸用減速機を、その出力軸が前記第 3 の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求項 1 項から 6 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項 8】 前記第 4 の回転軸を駆動する第 4 回転軸用モータを備えると共に、前記第 4 回転軸用モータを、前記第 4 の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置したことを特徴とする請求項 1 項から 7 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項 9】 前記第 4 回転軸用モータの出力を減速する第 4 回転軸用減速機を備えると共に、前記第 4 回転軸用減速機を、その出力軸が前記第 4 の回転軸と同軸になるように配置したことを特徴とする請求項 8 項記載の脚式移動ロボット。

【請求項 10】 前記第 2 の部材と上腿リンクは、少なくとも前記第 2 の回転軸を介して連結されると共に、前記第 4 回転軸用モータを、前記第 2 回転軸用モータより上体側に配置したことを特徴とする請求項 8 項または 9 項記載の脚式移動ロボット。

【請求項 11】 前記第 2 の部材と上腿リンクは、少なくとも前記第 3 の回転軸を介して連結されると共に、前記第 4 回転軸用モータを、前記第 3 回転軸用モータより上体側に配置したことを特徴とする請求項 8 項から 10 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項 12】 前記第 4 回転軸用モータを、前記ロール軸方向において、前記脚部の中心軸を挟んで前記第 4 の回転軸と対向する位置に配置したことを特徴とする請求項 8 項から 11 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項 13】 前記第 1 の回転軸を、前記脚部の中心軸に対し、前記ロール軸方向にオフセットさせたことを特徴とする請求項 1 項から 12 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【請求項 14】 前記第 2 の回転軸と第 3 の回転軸を直交させたことを特徴

とする請求項 1 項から 13 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は脚式移動ロボットに関し、より詳しくは、脚式移動ロボットの股関節構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

脚式移動ロボットの股関節構造に関する技術としては、例えば特許文献 1 から特許文献 3 に記載される技術が知られている。特許文献 1 に係る従来技術にあつては、股関節を駆動する各モータを上体側に配置することで、脚部末端側の重量を軽量化し、脚部に発生する慣性モーメントを減少させるように構成している。

【0003】

また、特許文献 2 に係る従来技術にあつては、股関節に平行リンク機構を設けて左右の脚部を連結し、遊脚の着地時に前記平行リンク機構を動作させて着地する脚部を上方に駆動することで、着地衝撃力を緩和させるように構成している。

【0004】

また、特許文献 3 に係る従来技術にあつては、股関節の各自由度のうち、ヨー軸回りの自由度を生成する回転軸をロール軸方向に対してオフセットさせることで、ロボットの方向転換時における足平同士の干渉を回避するように構成している。

【0005】

ところで、脚式移動ロボットの上体を屈曲させる場合（前屈あるいは後屈させる場合）、股関節に設けられたピッチ軸あるいはロール軸回りの各回転軸の可動域のみでは、所望の屈曲量を得ることができない場合があった。

【0006】

そこで、上体の屈曲量を増大させる技術として、上体を上部と下部に分割すると共に、それらをピッチ軸回りの自由度を有する関節を介して連結し、前記上体の上部と下部をピッチ軸回りに相対回転させることで、上体の屈曲量を股関節の

可動域以上に大きく得るようにした技術が提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

#### 【0007】

##### 【特許文献 1】

特許第 2592340 号公報（第 4 頁から第 5 頁、図 2 など）

##### 【特許文献 2】

特開 2001-62761 号公報（段落 0053 から 0055、図 1、2 など）

##### 【特許文献 3】

特開 2001-150371 号公報（段落 0070 から 0056、図 5、図 7 など）

##### 【非特許文献 1】

川田工業株式会社、“働く人間型ロボットによる”起き上がる・寝転ぶ”動作に成功”、[online]、2002 年 9 月 19 日、川田工業株式会社ホームページ、topics、[2003 年 5 月 2 日検索]、インターネット<URL: <http://www.kawada.co.jp/general/topics/020919#hrp-2p.html>>

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記した非特許文献 1 に係る技術にあつては、上体を上部と下部に分割するように構成していることから、上体内部への機器の収容性が低下するという不具合があった。

#### 【0009】

また、股関節の可動域が不足するということは、上体の屈曲量が不足すると同時に、脚部の可動域を大きく確保できないことを意味する。上記した非特許文献 1 に係る技術にあつては、上体に関節を設けることによって上体の屈曲量を増大させているため、脚部の可動域についてはなんら増大されず、下半身を含めたロボットの姿勢や歩容の自由度を向上させるには至っていなかった。

#### 【0010】

従って、この発明の目的は、上体の屈曲量および脚部の可動域を増大させ、姿

勢や歩容の自由度を向上させると共に、上体への機器の収容性を低下させることのないようにした脚式移動ロボットを提供することにある。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、請求項1項にあっては、上体と大腿リンクを連結する股関節と、前記大腿リンクと下腿リンクを連結する膝関節と、前記下腿リンクと足平を連結する足首関節を有する脚部を備え、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記股関節は、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成した。

#### 【0012】

このように、請求項1項にあっては、上体と大腿リンクを連結する股関節が、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成したので、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができるため、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。また、上体が分割されないことから、上体への機器の収容性が低下することもない。

#### 【0013】

また、請求項2項にあっては、前記股関節は、前記第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して前記上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して前記大腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記第1の部材と第2の部材を、前記第4の回転軸を介して連結するように構成した。

#### 【0014】

このように、請求項2項にあっては、第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して大腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記



第 1 の部材と第 2 の部材を、第 4 の回転軸を介して連結するように構成したので、請求項 1 項と同様に、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができ、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

【0 0 1 5】

また、請求項 3 項にあっては、前記第 4 の回転軸は、前記ヨー軸と非平行な回転軸であるように構成した。

【0 0 1 6】

このように、請求項 3 項にあっては、第 4 の回転軸が、ロボットのヨー軸と非平行な回転軸であるように構成したので、請求項 1 項と同様に、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができ、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

【0 0 1 7】

また、請求項 4 項にあっては、前記第 4 の回転軸を、前記第 1 の回転軸より前記ロール軸方向において前方に配置するように構成した。

【0 0 1 8】

このように、請求項 4 項にあっては、第 4 の回転軸を、第 1 の回転軸よりロール軸方向において前方（換言すれば、ロボットの進行方向において前方）に配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、上体の前屈動作が容易となる。

【0 0 1 9】

また、請求項 5 項にあっては、前記第 1 の回転軸を駆動する第 1 回転軸用モータと、前記第 1 回転軸用モータの出力を減速する第 1 回転軸用減速機とを備えると共に、前記第 1 回転軸用モータと第 1 回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第 1 の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

【0 0 2 0】

このように、請求項 5 項にあっては、第 1 の回転軸を駆動する第 1 回転軸用モータと、前記第 1 回転軸用モータの出力を減速する第 1 回転軸用減速機とを備えると共に、前記第 1 回転軸用モータと第 1 回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第 1 の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求

項で述べた効果に加え、第1の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。

#### 【0021】

また、請求項6項にあつては、前記第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転軸用モータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第2の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

#### 【0022】

このように、請求項6項にあつては、第2の回転軸を駆動する第2回転軸用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転軸用モータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が第2の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第2の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。

#### 【0023】

また、請求項7項にあつては、前記第3の回転軸を駆動する第3回転軸用モータと、前記第3回転軸用モータの出力を減速する第3回転軸用減速機とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機を、その出力軸が前記第3の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

#### 【0024】

このように、請求項7項にあつては、第3の回転軸を駆動する第3回転軸用モータと、前記第3回転軸用モータの出力を減速する第3回転軸用減速機とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機を、その出力軸が第3の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第3の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。また、第3回転軸用減速機の出力軸と第3の回転軸を同軸にすることで、第3の回転軸を駆動するのに必要とされる他の伝達要素は第3回転軸用モータと第3回転軸用減速機の間配置されるもののみとなる。かかる伝達要素は、減速される前の小さな駆動力（即ち、第3回転軸用モータの出力）を第3回転軸用減速機に伝達すればよいため、

伝達容量を小さく設定することができる。そのため、比較的軽量の伝達要素を使用することができることから、電動モータと減速機の離間距離が増加して伝達要素が延長されても大きな重量の増加を招くことがなく、よって第3回転軸用電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

#### 【0025】

また、請求項8項にあっては、前記第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第4の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置するように構成した。

#### 【0026】

このように、請求項8項にあっては、第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第4の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置するように構成したので、第4回転軸用モータは第4の回転軸の回転対象とならないため、第4の回転軸の駆動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

#### 【0027】

また、請求項9項にあっては、前記第4回転軸用モータの出力を減速する第4回転軸用減速機を備えると共に、前記第4回転軸用減速機を、その出力軸が前記第4の回転軸と同軸になるように配置するように構成した。

#### 【0028】

このように、請求項9項にあっては、第4回転軸用モータの出力を減速する第4回転軸用減速機を備えると共に、前記第4回転軸用減速機を、その出力軸が第4の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第4の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。また、第4回転軸用減速機の出力軸と第4の回転軸を同軸にすることで、第4の回転軸を駆動するのに必要とされる他の伝達要素は第4回転軸用モータと第4回転軸用減速機の間に配置されるもののみとなる。かかる伝達要素は、減速される前の小さな駆動力（即ち、第4回転軸用モータの出力）を第4回転軸用減速機に伝達すればよいため、伝達容量を小さく設定することができる。そのため、比較的軽量の伝達要素を使用することができることから、電動モータと減速機の離

間距離が増加して伝達要素が延長されても大きな重量の増加を招くことがなく、  
よって第4回転軸用電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

#### 【0029】

また、請求項10項にあつては、前記第2の部材と上腿リンクは、少なくとも前記第2の回転軸を介して連結されると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第2回転軸用モータより上体側に配置するように構成した。

#### 【0030】

このように、請求項10項にあつては、第2の部材と上腿リンクは、少なくとも第2の回転軸を介して連結される、換言すれば、第4の回転軸は第2の回転軸より上体側に配置されると共に、第4回転軸用モータを第2回転軸用モータより上体側に配置するように構成したので、脚部の末端側の重量を軽量化する（脚部の重心位置を末端側から遠くする）ことができ、ロボットの移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。即ち、第4の回転軸を第2の回転軸より上体側に配置することで、第4の回転軸によって回転させられる部材は第2の回転軸によって回転させられる部材に比して多くなる。このため、第4回転軸用モータは、第2回転軸用モータより大きな駆動力が要求されることから、より大型で重量の重いものが使用される。従って、第4回転軸用モータを第2回転軸用モータより上体側に配置することで、脚部の末端側の重量を軽量化し、脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

#### 【0031】

また、請求項11項にあつては、前記第2の部材と上腿リンクは、少なくとも前記第2の回転軸を介して連結されると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第3回転軸用モータより上体側に配置するように構成した。

#### 【0032】

このように、請求項11項にあつては、第2の部材と上腿リンクは、少なくとも第3の回転軸を介して連結される、換言すれば、第4の回転軸は第3の回転軸より上体側に配置されると共に、第4回転軸用モータを第3回転軸用モータより上体側に配置するように構成したので、脚部の末端側の重量を軽量化する（脚部の重心位置を末端側から遠くする）ことができ、ロボットの移動時に脚部に発生

する慣性モーメントを低減できる。即ち、第4の回転軸を第3の回転軸より上体側に配置することで、第4の回転軸によって回転させられる部材は第3の回転軸によって回転させられる部材に比して多くなる。このため、第4回転軸用モータは、第3回転軸用モータより大きな駆動力が要求されることから、より大型で重量の重いものが使用される。従って、第4回転軸用モータを第3回転軸用モータより上体側に配置することで、脚部の末端側の重量を軽量化し、脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

#### 【0033】

また、請求項12項にあっては、前記第4回転軸用モータを、前記ロール軸方向において、前記脚部の中心軸を挟んで前記第4の回転軸と対向する位置に配置するように構成した。

#### 【0034】

このように、請求項12項にあっては、第4回転軸用モータを、ロール軸方向において、脚部の中心軸を挟んで第4の回転軸と対向する位置に配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、脚部の重心バランスを向上させることができる。また、上体を大きく前屈させた場合であっても、上体と第4回転軸用モータが干渉することがないため、大きな前屈量を得ることができる。

#### 【0035】

また、請求項13項にあっては、前記第1の回転軸を、前記脚部の中心軸に対し、前記ロール軸方向にオフセットさせるように構成した。

#### 【0036】

このように、請求項13項にあっては、第1の回転軸を、脚部の中心軸に対し、ロール軸方向にオフセットさせるように構成したので、脚部を回旋させたときの足平同士の干渉を抑制することができると共に、脚部の回旋角度を増大させることができる。

#### 【0037】

また、請求項14項にあっては、前記第2の回転軸と第3の回転軸を直交させるように構成した。

#### 【0038】

このように、請求項 14 項にあっては、第 2 の回転軸と第 3 の回転軸を直交させるように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、股関節に冗長自由度を生成する第 4 の回転軸を設けた場合であっても、股関節をコンパクトにすることができる。

#### 【0039】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照してこの発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットについて説明する。

#### 【0040】

図 1 はこの実施の形態に係る脚式移動ロボット、より詳しくは、2 足歩行ロボットの模式図である。

#### 【0041】

図示の如く、2 足歩行ロボット（以下「ロボット」という）10 は、左右それぞれの脚部 12 R, 12 L（右側を R、左側を L とする。以下同じ）を備える。左右の脚部 12 R, 12 L は、それぞれ、上体 14 と大腿リンク 16 R, 16 L を連結する股関節 18 R, 18 L と、大腿リンク 16 R, 16 L と下腿リンク 20 R, 20 L を連結する膝関節 22 R, 22 L と、下腿リンク 20 R, 20 L と足平 24 R, 24 L を連結する足首関節 26 R, 26 L とを有する。

#### 【0042】

股関節 18 R, 18 L は、ヨー軸（Z 軸。鉛直方向）回りの自由度を生成する股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z（前記した第 1 の回転軸）と、ロール軸（X 軸。ロボット 10 の進行方向）回りの自由度を生成する股関節ロール軸 18 R X, 18 L X（前記した第 2 の回転軸）と、ピッチ軸（Y 軸。ロボット 10 の進行方向および鉛直方向に直行する左右方向）回りの自由度を生成する股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y（前記した第 3 の回転軸）と、ピッチ軸回りの冗長自由度を生成する股関節冗長軸 18 R R, 18 L R（前記した第 4 の回転軸）を備える。股関節ロール軸 18 R X, 18 L X と股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y は、図示の如く直交させられる。

#### 【0043】

また、股関節 18 R, 18 L は、股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z を介して上体 14 に連結される第 1 の股関節リンク 30 R, 30 L (前記した第 1 の部材) と、股関節ロール軸 18 R X, 18 L X と股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y を介して大腿リンク 16 R, 16 L に連結される第 2 の股関節リンク 32 R, 32 L (前記した第 2 の部材) を備える。第 1 の股関節リンク 30 R, 30 L と第 2 の股関節リンク 32 R, 32 L は、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を介して連結される。尚、第 1 の股関節リンク 30 R, 30 L および第 2 の股関節リンク 32 R, 32 L は、股関節 18 R, 18 L の一部をなしても違和感のないよう、大腿リンク 16 R, 16 L や下腿リンク 20 R, 20 L に比して短く形成される。

#### 【0044】

膝関節 22 R, 22 L は、ピッチ軸回りの自由度を生成する膝関節ピッチ軸 22 R Y, 22 L Y を備える。また、足首関節 26 R, 26 L は、ロール軸回りの自由度を生成する足首関節ロール軸 26 R X, 26 L X と、ピッチ軸回りの自由度を生成する足首関節ピッチ軸 26 R Y, 26 L Y を備える。上記した各回転軸は、後述する各電動モータによって駆動される。

#### 【0045】

足首関節 26 R, 26 L と足平 24 R, 24 L の間には、公知の 6 軸力センサが取り付けられ、力の 3 方向成分  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  とモーメントの 3 方向成分  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  とを測定し、脚部 12 R, 12 L の着地の有無と、床面から脚部 12 R, 12 L に作用する床反力などを検出する。また、上体 14 には傾斜センサが設置され、ロボット 10 の Z 軸に対する傾きとその角速度を検出する。また、各回転軸を駆動する電動モータには、その回転量を検出するロータリエンコーダが設けられる。

#### 【0046】

これら各センサの出力は、上体 14 に收容された制御ユニットに入力される。制御ユニットは、メモリに格納されているデータおよび入力された検出値に基づき、各回転軸を駆動するモータの制御値を算出する。尚、制御値の算出手法についてはこの発明の主旨とするところではないので、詳しい説明を省略すると共に、それに用いられる上記した各センサや制御ユニットの図示も省略する。

## 【0047】

このように、この実施の形態に係るロボット10は、左右の脚部12R, 12Lのそれぞれについて7つの回転軸（自由度）を与えられ、これら $7 \times 2 = 14$ 個の回転軸を電動モータで駆動することにより、脚部全体に所望の動きを与えて任意に3次元空間を移動することができる。尚、上体14には、例えば国際公開第WO 02/40226 A1パンフレットに記載されるような腕部や頭部が接続されるが、それらの構造はこの発明の要旨に直接の関係を有しないため、図示および説明を省略する。

## 【0048】

続いて、図2以降を参照し、ロボット10の脚部12R, 12Lについて詳説する。尚、以下、右側の脚部12Rを例に挙げて説明するが、左右の脚部12R, 12Lは左右対称のため、以下の説明は左側の脚部12Lにも妥当する。

## 【0049】

図2は、図1で模式的に示した脚部12Rを詳しく示す右側面図である。また、図3は、脚部12Rを詳しく示す正面図である。

## 【0050】

両図に示すように、上体14には、股関節ヨー軸18RZを駆動する電動モータ50（以下「股関節ヨー軸用モータ」という）が配置される。尚、股関節ヨー軸18RZは、脚部12Rの中心軸12RCと一致させられる。

## 【0051】

股関節ヨー軸用モータ50の出力軸は、上体14の下端に取り付けられた減速機52（以下「股関節ヨー軸用減速機」という）に直接接続され、よって股関節ヨー軸用モータ50の出力は、股関節ヨー軸用減速機52に直接伝達される。また、股関節ヨー軸用減速機52は、その出力軸が股関節ヨー軸18RZと同軸となるように配置され、よって股関節ヨー軸用減速機52によって減速された出力は、股関節ヨー軸18RZに直接伝達されて第1の股関節リンク30Rを上体14に対して回旋させる。尚、股関節ヨー軸用減速機52は、入力軸（即ち、股関節ヨー軸用モータ50の出力軸）と出力軸が同軸上に位置するように構成される。即ち、股関節ヨー軸用モータ50と股関節ヨー軸用減速機52の各出力軸は、



股関節ヨー軸 18 R Z と同軸とされる。

#### 【0052】

第1の股関節リンク 30 R には、股関節冗長軸 18 R R を駆動する電動モータ 54 (以下「股関節冗長軸用モータ」という) が配置される。股関節冗長軸用モータ 54 の出力は、ベルト 56 を介して減速機 58 (以下「股関節冗長軸用減速機」という) に伝達される。股関節冗長軸用減速機 58 は、その出力軸が股関節冗長軸 18 R R と同軸になるように配置され、よって股関節冗長軸用減速機 58 によって減速された出力は、股関節冗長軸 18 R R に直接伝達されて第1の股関節リンク 30 R と第2の股関節リンク 32 R をピッチ軸回りに相対回転させる。

#### 【0053】

ここで、股関節冗長軸用モータ 54 は、股関節冗長軸 18 R R より上体 14 側に配置される。このため、股関節冗長軸用モータ 54 は、股関節冗長軸 18 R R の回転対象とならない。さらに言及すれば、股関節冗長軸用モータ 54 より上体側にはヨー軸回り以外の自由度が存在しないため、股関節冗長軸用モータ 54 はヨー軸回りの回転を除いて回転対象とはならない。従って、股関節冗長軸 18 R R の駆動時、ひいてはロボット 10 の移動時に脚部 12 R に発生する慣性モーメントを低減することができる。

#### 【0054】

上腿リンク 16 R には、股関節ロール軸 18 R X を駆動する電動モータ 60 (以下「股関節ロール軸用モータ」という) が配置される。股関節ロール軸用モータ 60 の出力軸は、上腿リンク 16 R に取り付けられた減速機 62 (以下「股関節ロール軸用減速機」という) に直接接続され、よって股関節ロール軸用モータ 60 の出力は、股関節ロール軸用減速機 62 に直接伝達される。

#### 【0055】

また、股関節ロール軸用減速機 62 は、その出力軸が股関節ロール軸 18 R X と同軸となるように配置され、よって股関節ロール軸用減速機 62 によって減速された出力は、股関節ロール軸 18 R X に直接伝達されて第2の股関節リンク 32 R と上腿リンク 16 R をロール軸回りに相対回転させる。尚、股関節ロール軸用減速機 62 は、入力軸 (即ち、股関節ロール軸用モータ 60 の出力軸) と出力

軸が同軸上に位置するように構成される。即ち、股関節ロール用軸モータ 60 と股関節ロール軸用減速機 62 の各出力軸は、股関節ロール軸 18RX と同軸とされる。

#### 【0056】

また、上腿リンク 16R には、股関節ピッチ軸 18RY を駆動する電動モータ 66（以下「股関節ピッチ軸用モータ」という）が配置される。股関節ピッチ軸用モータ 66 の出力は、ベルト 68 を介して減速機 70（以下「股関節ピッチ軸用減速機」という）に伝達される。股関節ピッチ軸用減速機 70 は、その出力軸が股関節ピッチ軸 18RY と同軸になるように配置され、よって股関節ピッチ軸用減速機 70 によって減速された出力は、股関節ピッチ軸 18RY に直接伝達されて第 2 の股関節リンク 32R と上腿リンク 16R をピッチ軸回りに相対回転させる。

#### 【0057】

このように、この実施の形態にあつては、股関節冗長軸 18RR を股関節ロール軸 18RX および股関節ピッチ軸 18RY より上体 14 側に配置すると共に、股関節冗長軸用モータ 54 を股関節ロール軸用モータ 60 および股関節ピッチ軸用モータ 66 より上体 14 側に配置するように構成したので、脚部 12R の末端側の重量を軽量化（脚部 12R の重心位置を末端側から遠くする）することができ、ロボット 10 の移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。

#### 【0058】

これについて具体的に説明すると、股関節冗長軸 18RR を股関節ロール軸 18RX および股関節ピッチ軸 18RY より上体 14 側に配置することで、股関節冗長軸 18RR によって回転させられる部材（第 2 の股関節リンク 32R から足平 24R まで）は、股関節ロール軸 18RX や股関節ピッチ軸 18RY によって回転させられる部材（上腿リンク 16R から足平 24R まで）に比して多くなる。このため、股関節冗長軸用モータ 54 は、股関節ロール軸用モータ 60 および股関節ピッチ軸用モータ 66 より大きな駆動力が要求されることから、より大型で重量の重いものが使用される。従って、より重量の重い股関節冗長軸用モータ 54 を股関節ロール軸用モータ 60 および股関節ピッチ軸用モータ 66 より上体

14側に配置することで、脚部12Rの末端側の重量を軽量化し、ロボット10の移動時に脚部12Rに発生する慣性モーメントを低減することができる。

#### 【0059】

図2および図3の説明を続けると、上腿リンク16Rには、さらに膝関節ピッチ軸22RYを駆動する電動モータ74（以下「膝関節ピッチ軸用モータ」という）が配置される。膝関節ピッチ軸用モータ74の出力は、ベルト76を介して減速機78（以下「膝関節ピッチ軸用減速機」という）に伝達される。膝関節ピッチ軸用減速機78は、その出力軸が膝関節ピッチ軸22RYと同軸になるように配置され、よって膝関節ピッチ軸用減速機78によって減速された出力は、膝関節ピッチ軸22RYに直接伝達されて上腿リンク16Rと下腿リンク20Rをピッチ軸回りに相対回転させる。

#### 【0060】

また、下腿リンク20Rには、足首関節ロール軸26RXを駆動する電動モータ80（以下「足首関節ロール軸用モータ」という）が配置される。足首関節ロール軸用モータ80の出力軸は、下腿リンク20Rに取り付けられた減速機82（以下「足首関節ロール軸用減速機」という）に直接接続され、よって足首関節ロール軸用モータ80の出力は足首関節ロール軸用減速機82に直接伝達される。

#### 【0061】

足首関節ロール軸用減速機82は、その出力軸が足首関節ロール軸26RXと同軸となるように配置され、よって足首関節ロール軸用減速機82によって減速された出力は、足首関節ロール軸26RXに直接伝達されて下腿リンク20Rと足平24Rをロール軸回りに相対回転させる。尚、足首関節ロール軸用減速機82は、入力軸（即ち、足首関節ロール軸用モータ80の出力軸）と出力軸が同軸上に位置するように構成される。即ち、足首関節ロール軸用モータ80と足首関節ロール軸用減速機82の各出力軸は、足首関節ロール軸26RXと同軸とされる。

#### 【0062】

さらに、下腿リンク20Rには、足首関節ピッチ軸26RYを駆動する電動モ

ータ 84（以下「足首関節ピッチ軸用モータ」という）が配置される。足首関節ピッチ軸用モータ 84 の出力は、ベルト 86 を介して減速機 88（以下「足首関節ピッチ軸用減速機」という）に伝達される。足首関節ピッチ軸用減速機 88 は、その出力軸が足首関節ピッチ軸 26 R Y と同軸になるように配置され、よって足首関節ピッチ軸用減速機 88 によって減速された出力は、足首関節ピッチ軸 26 R Y に直接伝達されて下腿リンク 20 R と足平 24 R をピッチ軸回りに相対回転させる。

#### 【0063】

このように、この実施の形態に係るロボット 10 にあつては、股関節 18 R, 18 L が、ヨー軸回りの自由度を生成する股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z と、ロール軸回りの自由度を生成する股関節ロール軸 18 R X, 18 L X と、ピッチ軸回りの自由度を生成する股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y とを備えると共に、さらに、ピッチ軸回りの冗長自由度を生成する股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を備えるように構成したので、股関節 18 R の可動域が増大し、上体 14 の屈曲量（前屈量および後屈量）を増大させることができる。

#### 【0064】

また、脚部 12 R, 12 L の可動域を増大させることができるため、例えば図 4 に示すような内股旋回や図 5 に示すような蟹股旋回、しゃがみ込みなどが可能となるなど、ロボット 10 の姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

#### 【0065】

さらに、股関節ロール軸 18 R X, 18 L X と股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y を直交させたため、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を設けた場合であっても、股関節 18 R, 18 L をコンパクトにすることができる。

#### 【0066】

尚、従来技術のように上体 14 が分割されないことから、上体 14 への機器の収容性が低下することもない。また、股関節 18 R, 18 L に冗長自由度を設けることで、上体 14 に関節（自由度）を設けた場合に比して上体 14 の到達可能範囲、ひいては上体 14 に取り付けられた腕部の到達可能範囲をより拡大することができる。これは、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R と股関節の他の回転軸と

が近接して配置されることにより、人間で言えば、体の柔軟性がより高くなったのと同様の効果を得ることができるためである。

#### 【0067】

また、脚部 12 R, 12 L の着地時に、股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y、股関節ロール軸 18 R X, 18 L X および股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を適宜に駆動する、例えば、図 6 に示すように、股関節ピッチ軸 18 R Y (18 L Y) と股関節冗長軸 18 R R (18 L R) を逆回転させるように駆動する (股関節 18 R (18 L) を収縮させる方向に駆動する) ことで、脚部 12 R (12 L) にコンプライアンス機能を与えることができる。

#### 【0068】

図 7 は、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を設け、脚部 12 R, 12 L の着地時に股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y と股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を逆方向に駆動した場合の着地衝撃力 (実線で示す) と、然らざる場合の着地衝撃力 (破線で示す) を対比して示すグラフである。同図に示すように、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を設けてコンプライアンス機能を与えることにより、着地衝撃力 (具体的には、Z 軸方向に作用する力。即ち、前記した  $F_z$ ) を速やかに収束させることができ、より安定した歩行や走行が可能となる。

#### 【0069】

また、従来技術で例示したように、左右の脚部を平行リンク機構で連結した場合、上方に駆動できるのは一方の脚部のみであるから、例えば両脚を同時に着地させる場合などにあつては、着地衝撃力を緩和できないという不具合があつた。これに対し、この実施の形態にあつては、左右の股関節 18 R, 18 L の双方に股関節冗長軸 18 R R, 18 L R を設けることで、両脚に独立したコンプライアンス機能を与えることができるため、かかる不具合が生じない。

#### 【0070】

また、図 2 に良く示すように、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R は、脚部の中心軸 12 R C, 12 L C よりロボット 10 の進行方向 (X 軸 (ロール軸) 方向) において前方に配置されるため、上体 14 の前屈動作が容易となる。

#### 【0071】

さらに、重量物である股関節冗長軸用モータ 54 を、ロール軸方向において脚部の中心軸 12RC, 12LC を挟んで股関節冗長軸 18RR, 18LR と対向する位置（ロボット 10 の進行方向において後方）に配置したので、股関節冗長軸 18RR, 18LR を脚部の中心軸 12RC, 12LC より前方に配置した場合であっても、脚部 12R, 12L の重心バランスを向上させることができる。また、重量物である股関節冗長軸用モータ 54 がロボット 10 の進行方向において後方に配置されることで、ロボット 10 が立位のまま前屈した際の安定性が向上する。さらに、上体 14 を大きく前屈させた場合であっても、上体 14 と股関節冗長軸用モータ 54 が干渉することがないため、大きな前屈量を得ることができる。

#### 【0072】

尚、この実施の形態に係るロボット 10 のように、歩行形態を人間と同様な 2 足歩行とした場合、後屈量に比して前屈量が多い方が自然であるので、股関節冗長軸 18RR, 18LR を前方に配置し、股関節冗長軸用モータ 54 を後方に配置するようにしたが、前屈量に比して後屈量を大きく得たい場合は、股関節冗長軸 18RR, 18LR を後方に配置し、股関節冗長軸用モータ 54 を前方に配置すれば良い。

#### 【0073】

また、上記した各回転軸と、それらに電動モータの出力を伝達する減速機の出力軸を同軸としたので、出力伝達系の構造をコンパクト化することができる。特に、股関節ヨー軸 18RZ, 18LZ、股関節ロール軸 18RX, 18LX および足首関節ロール軸 26RX, 26LX に関しては、各回転軸と電動モータと減速機が全て同軸上に配置され、他の伝達要素を介在させることなくそれらが直接接続されることから、出力伝達系の構造をより一層コンパクト化することができる。

#### 【0074】

他方、股関節ピッチ軸 18RY, 18LY、股関節冗長軸 18RR, 18LR、膝関節ピッチ軸 22RY, 22LY および足首関節ピッチ軸 26RY, 26LY に関しては、ヨー軸やロール軸に比して大きな駆動力が必要とされることから

、各電動モータと減速機を、ベルト（および直径の異なるプーリ）を介して接続し、減速機の入力を増幅させるようにしている。ここで、電動モータと減速機の間介在させられるベルトは、減速機によって減速される前の比較的小さな駆動力、即ち、電動モータの出力そのものを伝達すればよい。ため、伝達容量を小さく設定することができる。そのため、比較的幅や厚みの少ない軽量のベルトを使用することができることから、電動モータと減速機の離間距離を増加させてベルトを延長させても大きな重量の増加を招くことがない。従って、各電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

#### 【0075】

尚、上記において、股関節冗長軸 18RR, 18LR はピッチ軸回りの自由度を生成するようにしたが、ヨー軸（Z 軸。鉛直方向）と非平行な回転軸、即ち、上体 14 の屈曲量を変化させるような回転軸であれば、上述したのと同様の効果を得ることができる。股関節冗長軸 18RR, 18LR をどのように配置するかは、ロボット 10 にとらせるべき姿勢や歩容に応じて適宜決定すれば良い。股関節冗長軸 18RR, 18LR によってピッチ軸回り以外の自由度が生成される例（具体的には XY 平面上に生成される例）を図 8 に示す。

#### 【0076】

また、股関節ヨー軸 18RZ, 18LZ を、脚部の中心軸 12RC, 12LC と一致させるようにしたが、股関節ヨー軸 18RZ, 18LZ を脚部の中心軸 12RC, 12LC に対してロール軸方向にオフセットさせても良い。そうすることで、脚部 12R, 12L を回旋させたときの足平同士の干渉を抑制することができると共に、脚部 12R, 12L の回旋角度を増大させることができる。

#### 【0077】

また、股関節冗長軸 18RR, 18LR、股関節ピッチ軸 18RY, 18LY、膝関節ピッチ軸 22RY, 22LY および足首関節ピッチ軸 26RY, 26LY に関し、各電動モータと減速機の間にはベルトを介在させるようにしたが、各電動モータを回転軸と同位置に配置し、電動モータと減速機と回転軸とを同軸として直接接続するようにしても良い。

#### 【0078】

また、股関節 18 R, 18 L において、各回転軸を上体 14 側から順に股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z、股関節冗長軸 18 R R, 18 L R、股関節ロール軸 18 R X, 18 L X および股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y と配置したが、必ずしもそれに限られるものではない。

#### 【0079】

以上のように、この発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットにおいては、上体 (14) と大腿リンク (16 R, 16 L) を連結する股関節 (18 R, 18 L) と、前記大腿リンク (16 R, 16 L) と下腿リンク (20 R, 20 L) を連結する膝関節 (22 R, 22 L) と、前記下腿リンク (20 R, 20 L) と足平 (24 R, 24 L) を連結する足首関節 (26 R, 26 L) を有する脚部 (12 R, 12 L) を備え、前記脚部 (12 R, 12 L) を駆動して移動する脚式移動ロボット (10) において、前記股関節 (18 R, 18 L) は、ヨー軸 (Z 軸) 回りの自由度を生成する第 1 の回転軸 (股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z) と、ロール軸 (X 軸) 回りの自由度を生成する第 2 の回転軸 (股関節ロール軸 18 R X, 18 L X) と、ピッチ軸 (Y 軸) 回りの自由度を生成する第 3 の回転軸 (股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y) とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第 4 の回転軸 (股関節冗長軸 18 R R, 18 L R) を備えるように構成した。

#### 【0080】

また、前記股関節 (18 R, 18 L) は、前記第 1 から第 3 の回転軸のいずれかの回転軸 (股関節ヨー軸 18 R Z, 18 L Z) を介して前記上体 (14) に連結される第 1 の部材 (第 1 の股関節リンク 30 R, 30 L) と、前記第 1 から第 3 の回転軸うちの残余の回転軸 (股関節ロール軸 18 R X, 18 L X および股関節ピッチ軸 18 R Y, 18 L Y) を介して前記大腿リンク (16 R, 16 L) に連結される第 2 の部材 (第 2 の股関節リンク 32 R, 32 L) を備えると共に、前記第 1 の部材 (30 R, 30 L) と第 2 の部材 (32 R, 32 L) を、前記第 4 の回転軸 (18 R R, 18 L R) を介して連結するように構成した。

#### 【0081】

また、前記第 4 の回転軸 (18 R R, 18 L R) は、前記ヨー軸 (Z 軸) と非



平行な回転軸であるように構成した。

#### 【0082】

また、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）を、前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）より前記ロール軸方向において前方に配置するように構成した。

#### 【0083】

また、前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）を駆動する第1回転軸用モータ（股関節ヨー軸用モータ50）と、前記第1回転軸用モータ（50）の出力を減速する第1回転軸用減速機（股関節ヨー軸用減速機52）とを備えると共に、前記第1回転軸用モータ（50）と第1回転軸用減速機（52）を、それらの出力軸が前記第1の回転軸（18RZ, 18LZ）と同軸になるように配置するように構成した。

#### 【0084】

また、前記第2の回転軸（18RX, 18LX）を駆動する第2回転軸用モータ（股関節ロール軸用モータ60）と、前記第2回転軸用モータ（60）の出力を減速する第2回転軸用減速機（股関節ロール軸用減速機62）とを備えると共に、前記第2回転軸用モータ（60）と第2回転軸用減速機（62）を、それらの出力軸が前記第2の回転軸（18RX, 18LX）と同軸になるように配置するように構成した。

#### 【0085】

また、前記第3の回転軸（18RY, 18LY）を駆動する第3回転軸用モータ（股関節ピッチ軸用モータ66）と、前記第3回転軸用モータ（66）の出力を減速する第3回転軸用減速機（股関節ピッチ軸用減速機70）とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機（70）を、その出力軸が前記第3の回転軸（18RY, 18LY）と同軸になるように配置するように構成した。

#### 【0086】

また、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）を駆動する第4回転軸用モータ（股関節冗長軸用モータ54）を備えると共に、前記第4回転軸用モータ（54）を、前記第4の回転軸（18RR, 18LR）と同位置あるいはそれより上

体(14)側に配置するように構成した。

【0087】

また、前記第4回転軸用モータ(54)の出力を減速する第4回転軸用減速機(股関節冗長軸用減速機58)を備えると共に、前記第4回転軸用減速機(58)を、その出力軸が前記第4の回転軸(18RR, 18LR)と同軸になるように配置するように構成した。

【0088】

また、前記第2の部材(32R, 32L)と上腿リンク(16R, 16L)は、少なくとも前記第2の回転軸(18RX, 18LX)を介して連結されると共に、前記第4回転軸用モータ(54)を、前記第2回転軸用モータ(60)より上体(14)側に配置するように構成した。

【0089】

また、前記第2の部材(32R, 32L)と上腿リンク(16R, 16L)は、少なくとも前記第3の回転軸(18RY, 18LY)を介して連結されると共に、前記第4回転軸用モータ(54)を、前記第3回転軸用モータ(66)より上体(14)側に配置するように構成した。

【0090】

また、前記第4回転軸用モータ(54)を、前記ロール軸方向において、前記脚部の中心軸(12RC, 12LC)を挟んで前記第4の回転軸(18RR, 18LR)と対向する位置に配置するように構成した。

【0091】

また、前記第1の回転軸(18RZ, 18LZ)を、前記脚部の中心軸(12RC, 12LC)に対し、前記ロール軸方向においてオフセットさせるように構成した。

【0092】

また、前記第2の回転軸(18RX, 18LX)と第3の回転軸(18RY, 18LY)が直交するように構成した。

【0093】

尚、上記において、脚式移動ロボットとして2足歩行ロボットを例に挙げて説

明したが、この発明は脚部によって移動するロボットであればいかなる形態のロボットに対しても妥当するものである。

#### 【0094】

##### 【発明の効果】

請求項1項にあつては、上体と大腿リンクを連結する股関節が、ヨー軸回りの自由度を生成する第1の回転軸と、ロール軸回りの自由度を生成する第2の回転軸と、ピッチ軸回りの自由度を生成する第3の回転軸とを備えると共に、さらに、冗長自由度を生成する第4の回転軸を備えるように構成したので、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができるため、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。また、上体が分割されないことから、上体への機器の収容性が低下することもない。

#### 【0095】

請求項2項にあつては、第1から第3の回転軸のいずれかの回転軸を介して上体に連結される第1の部材と、前記第1から第3の回転軸のうちの残余の回転軸を介して大腿リンクに連結される第2の部材を備えると共に、前記第1の部材と第2の部材を、第4の回転軸を介して連結するように構成したので、請求項1項と同様に、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができ、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

#### 【0096】

請求項3項にあつては、第4の回転軸が、ロボットのヨーと非平行な回転軸であるように構成したので、請求項1項と同様に、上体の屈曲量と脚部の可動域を増大させることができ、姿勢や歩容の自由度を向上させることができる。

#### 【0097】

請求項4項にあつては、第4の回転軸を、第1の回転軸よりロール軸方向において前方に配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、上体の前屈動作が容易となる。

#### 【0098】

請求項5項にあつては、第1の回転軸を駆動する第1回転軸用モータと、前記第1回転軸用モータの出力を減速する第1回転軸用減速機とを備えると共に、前

記第1回転軸用モータと第1回転軸用減速機を、それらの出力軸が前記第1の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第1の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。

【0099】

請求項6項にあっては、第2の回転軸を駆動する第2回転用モータと、前記第2回転軸用モータの出力を減速する第2回転軸用減速機とを備えると共に、前記第2回転用モータと第2回転軸用減速機を、それらの出力軸が第2の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第2の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。

【0100】

請求項7項にあっては、第3の回転軸を駆動する第3回転用モータと、前記第3回転軸用モータの出力を減速する第3回転軸用減速機とを備えると共に、前記第3回転軸用減速機を、その出力軸が第3の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第3の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。また、電動モータと減速機の離間距離が増加して伝達要素が延長されても大きな重量の増加を招くことがなく、よって第3回転軸用電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

【0101】

請求項8項にあっては、第4の回転軸を駆動する第4回転軸用モータを備えると共に、前記第4回転軸用モータを、前記第4の回転軸と同位置あるいはそれより上体側に配置するように構成したので、第4回転軸用モータは第4の回転軸の回転対象とならないため、第4の回転軸の駆動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減することができる。

【0102】

請求項9項にあっては、第4回転軸用モータの出力を減速する第4回転軸用減速機を備えると共に、前記第4回転軸用減速機を、その出力軸が第4の回転軸と同軸になるように配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、第4の回転軸に関する出力伝達系の構造をコンパクト化できる。また、電動モータと減速機の離間距離が増加して伝達要素が延長されても大きな重量の増加

を招くことがなく、よって第4回転軸用電動モータの配置位置の自由度を向上させることができる。

#### 【0103】

請求項10項にあつては、第2の部材と上腿リンクは、少なくとも第2の回転軸を介して連結されると共に、第4回転軸用モータを第2回転軸用モータより上体側に配置するように構成したので、脚部の末端側の重量を軽量化することができ、ロボットの移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。

#### 【0104】

請求項11項にあつては、第2の部材と上腿リンクは、少なくとも第3の回転軸を介して連結されると共に、第4回転軸用モータを第3回転軸用モータより上体側に配置するように構成したので、脚部の末端側の重量を軽量化することができ、ロボットの移動時に脚部に発生する慣性モーメントを低減できる。

#### 【0105】

請求項12項にあつては、第4回転軸用モータを、ロール軸方向において、脚部の中心軸を挟んで第4の回転軸と対向する位置に配置するように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、脚部の重心バランスを向上させることができる。また、上体を大きく前屈させた場合であっても、上体と第4回転軸用モータが干渉することがないため、大きな前屈量を得ることができる。

#### 【0106】

請求項13項にあつては、第1の回転軸を、脚部の中心軸に対し、ロール軸方向にオフセットさせるように構成したので、脚部を回旋させたときの足平同士の干渉を抑制することができると共に、脚部の回旋角度を増大させることができる。

#### 【0107】

請求項14項にあつては、第2の回転軸と第3の回転軸を直交させるように構成したので、従前の請求項で述べた効果に加え、股関節に冗長自由度を生成する第4の回転軸を設けた場合であっても、股関節をコンパクトにすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

この発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットの模式図である。

**【図 2】**

図 1 で模式的に示したロボットの右脚部を詳しく示す右側面図である。

**【図 3】**

図 1 で模式的に示したロボットの右脚部を詳しく示す正面図である。

**【図 4】**

図 1 に示すロボットの歩容の一例（内股旋回）を示す説明図である。

**【図 5】**

図 1 に示すロボットの歩容の一例（蟹股旋回）を示す説明図である。

**【図 6】**

図 1 に示すロボットにおいて、脚部にコンプライアンス機能を与えときの股関節ピッチ軸と股関節冗長軸の駆動方向の一例を示す模式図である。

**【図 7】**


図 1 に示すロボットにおいて、脚部の着地時に股関節ピッチ軸と股関節冗長軸を逆方向に駆動した場合の着地衝撃力と、然らざる場合の着地衝撃力を対比して示すグラフである。

**【図 8】**

股関節冗長軸によってピッチ軸回り以外の自由度が生成される例を示す、図 1 と同様な模式図である。

**【符号の説明】**

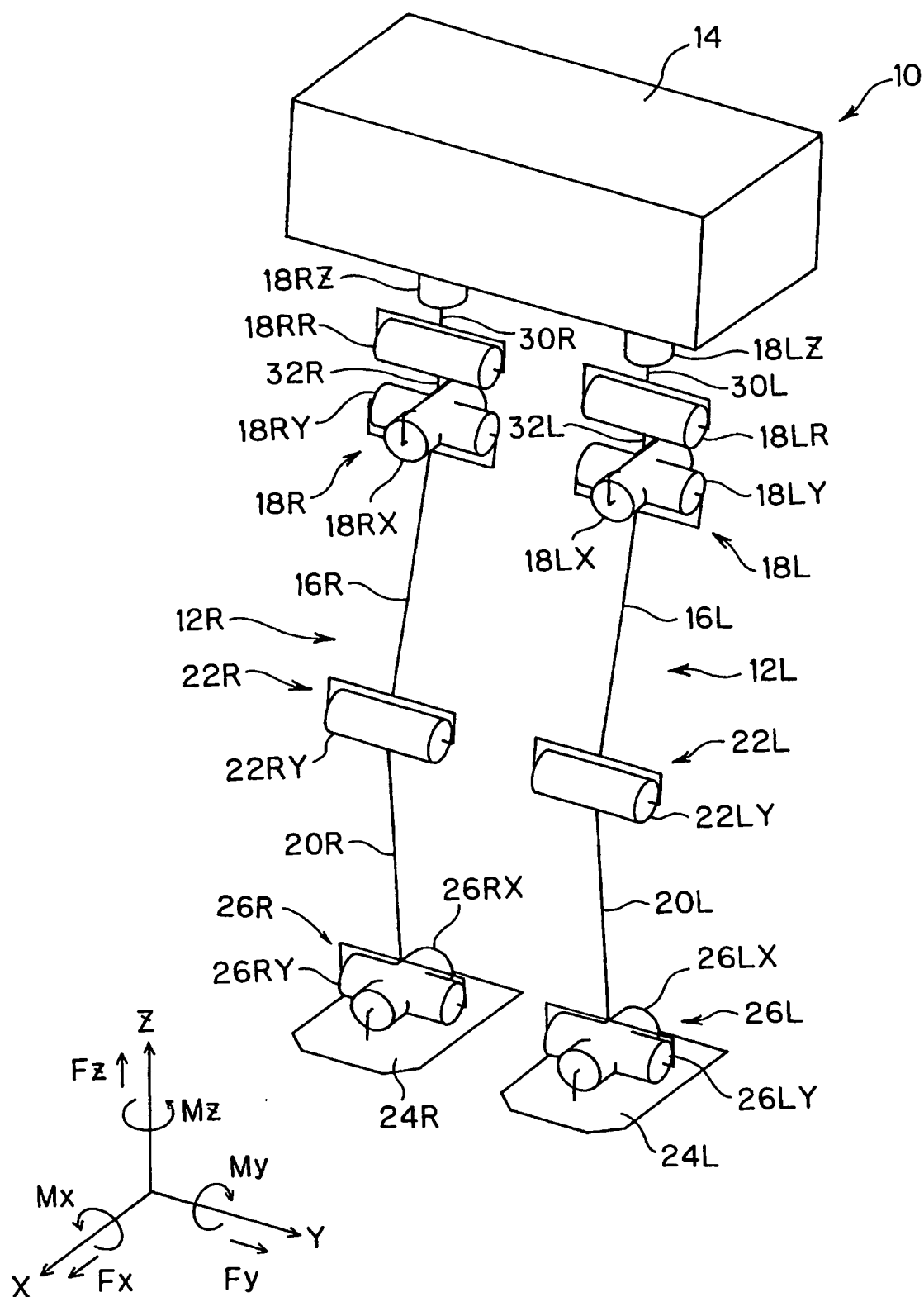
- 10      ロボット（脚式移動ロボット）
- 12 R, 12 L      脚部
- 12 RC、12 LC      脚部の中心軸
- 14      上体
- 16 R, 16 L      大腿リンク
- 18 R, 18 L      股関節
- 18 RZ, 18 LZ      股関節ヨー軸（第 1 の回転軸）
- 18 RX, 18 LX      股関節ロール軸（第 2 の回転軸）

- 
- 18 R Y, 18 L Y 股関節ピッチ軸 (第3の回転軸)  
18 R R, 18 L R 股関節冗長軸 (第4の回転軸)  
20 R, 20 L 下腿リンク  
22 R, 22 L 膝関節  
24 R, 24 L 足平  
26 R, 26 L 足首関節  
30 R, 30 L 第1の股関節リンク (第1の部材)  
32 R, 32 L 第2の股関節リンク (第2の部材)  
50 股関節ヨー軸用モータ (第1回転軸用モータ)  
52 股関節ヨー軸用減速機 (第1回転軸用減速機)  
54 股関節冗長軸用モータ (第4回転軸用モータ)  
58 股関節冗長軸用減速機 (第4回転軸用減速機)  
60 股関節ロール軸用モータ (第2回転軸用モータ)  
62 股関節ロール軸用減速機 (第2回転軸用減速機)  
66 股関節ピッチ軸用モータ (第3回転軸用モータ)  
70 股関節ピッチ軸用減速機 (第3回転軸用減速機)

【書類名】

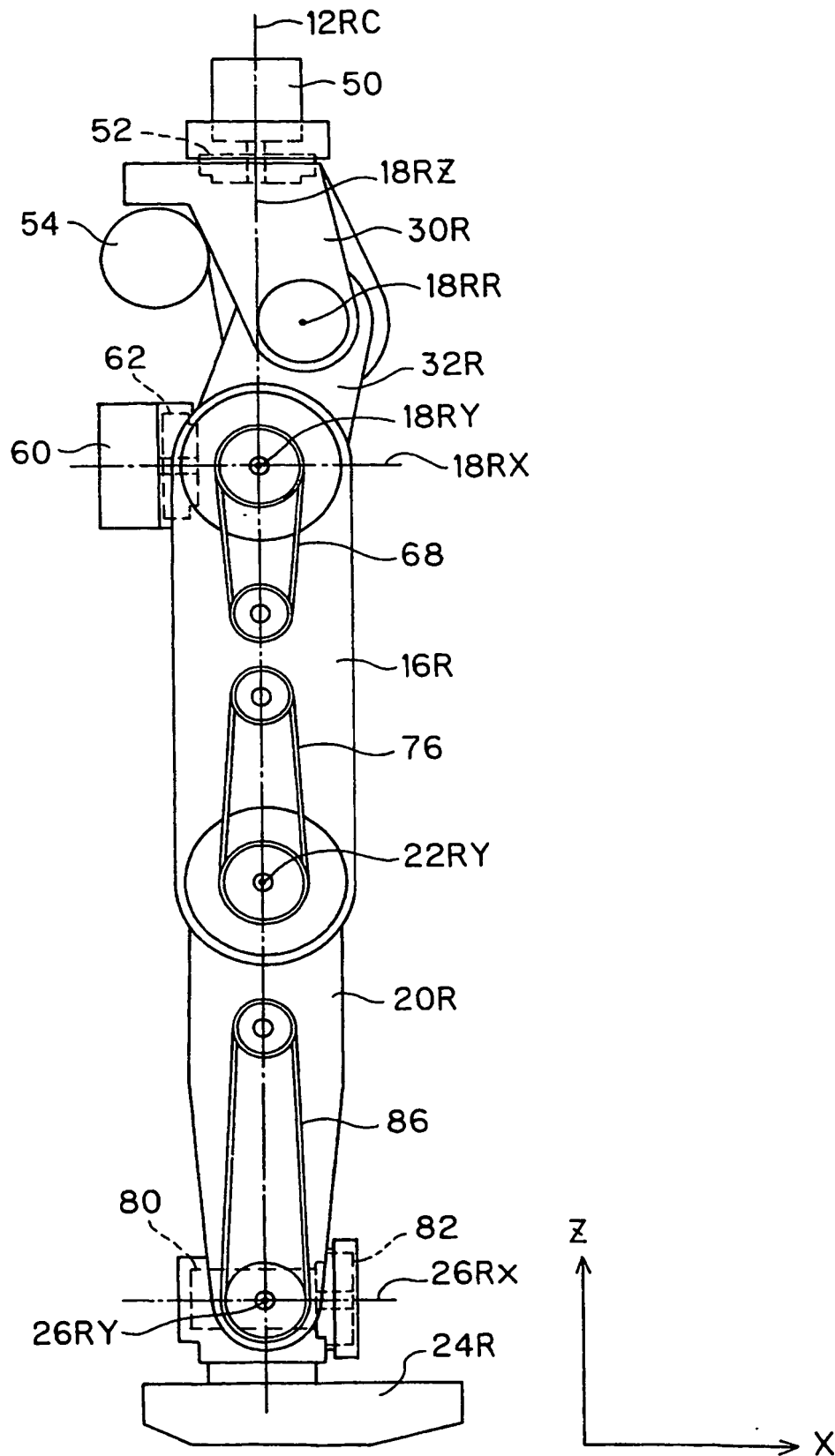
図面

【図1】

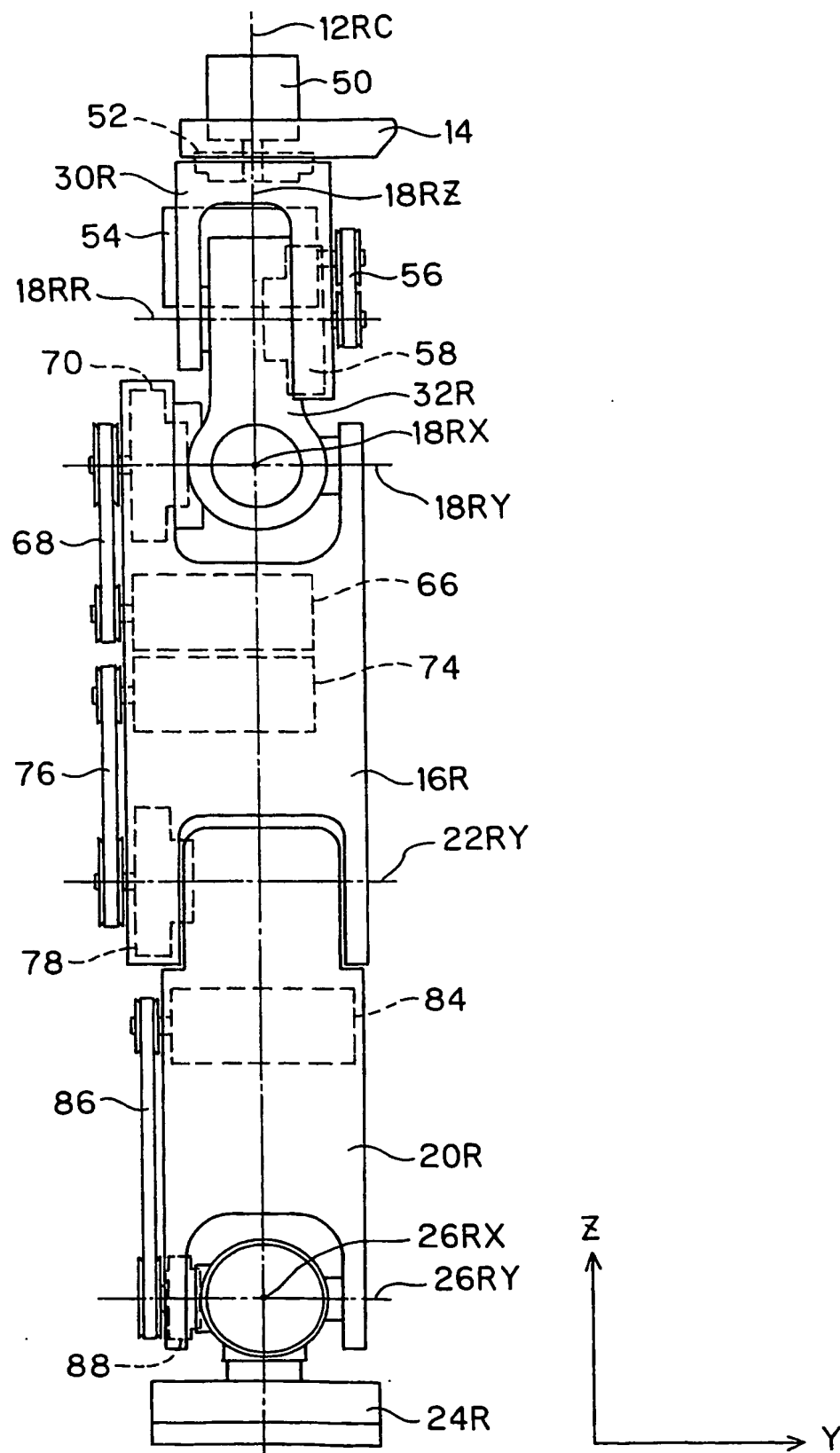




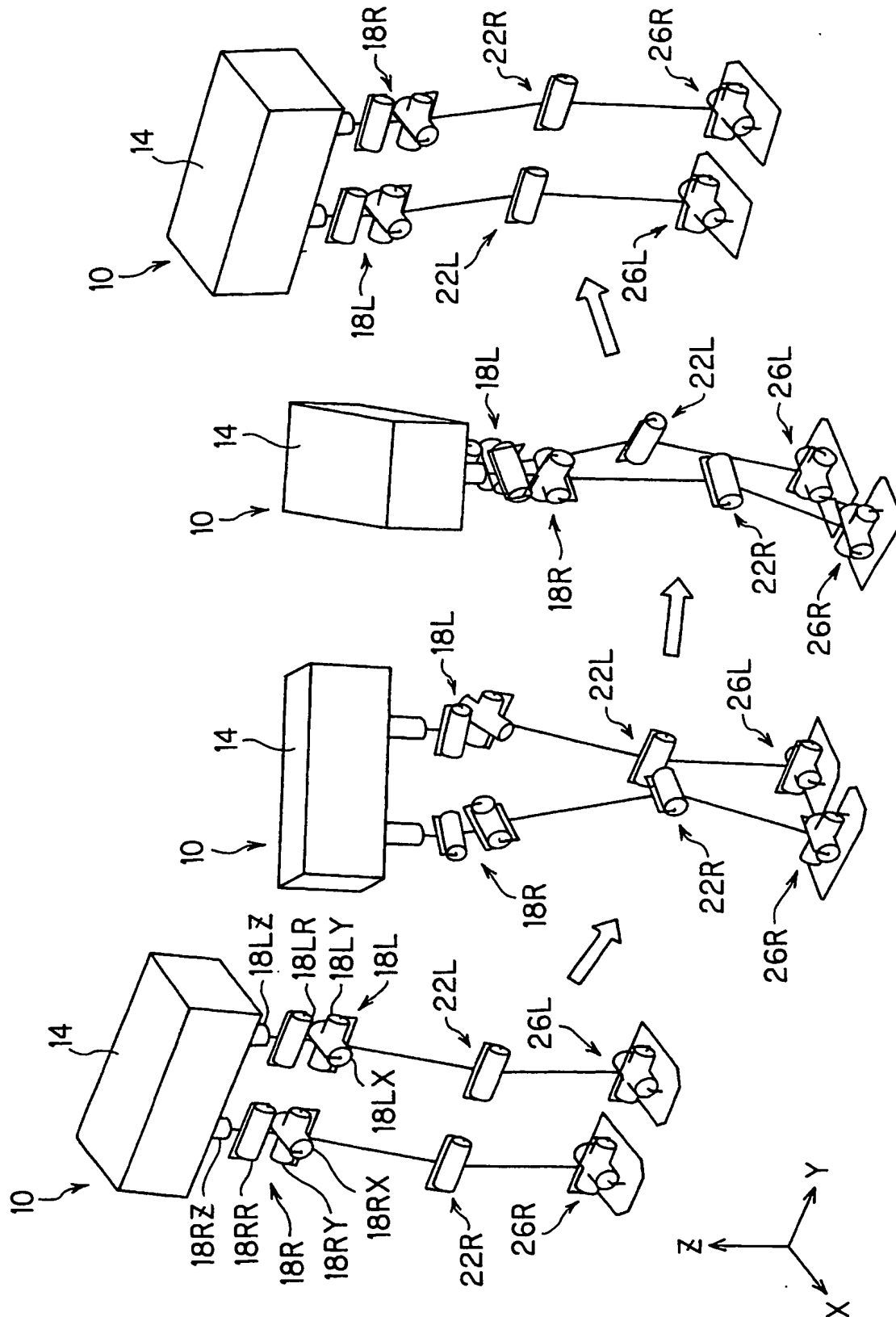
【図 2】



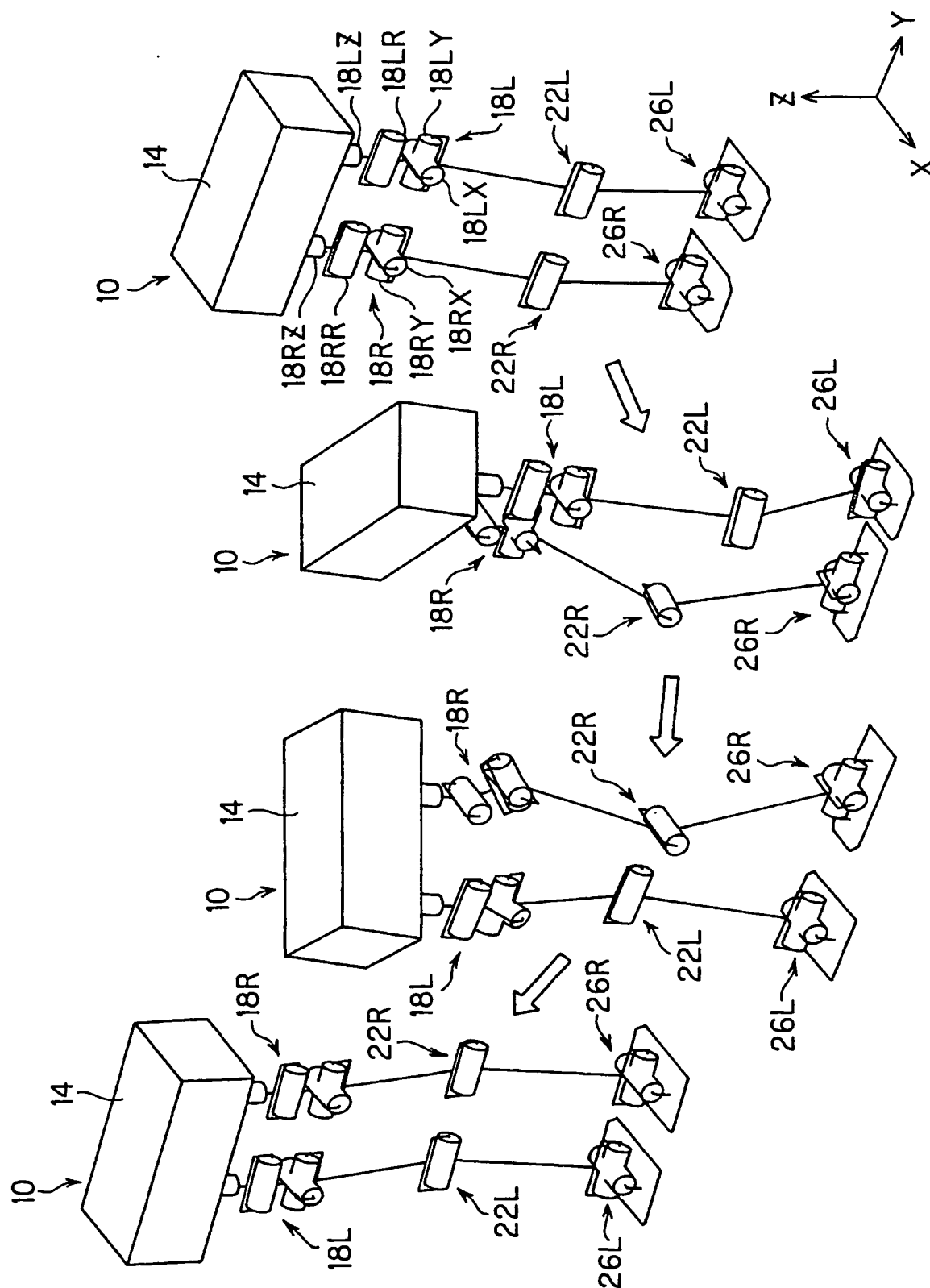
【図 3】



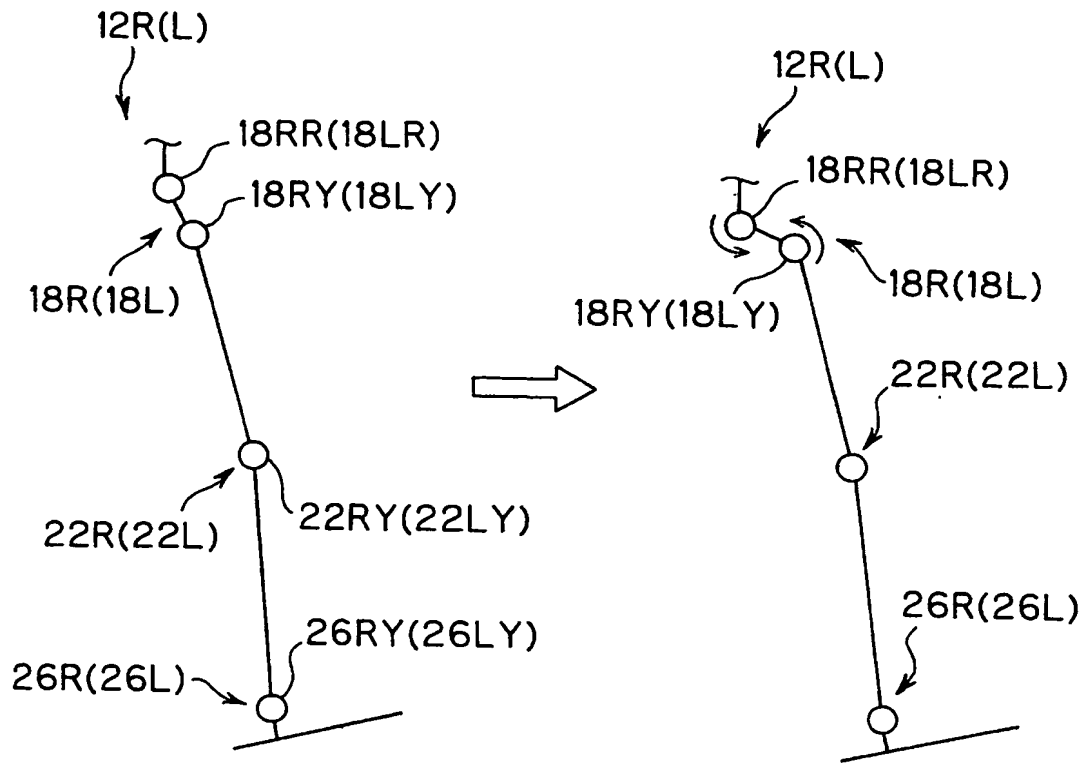
【図 4】



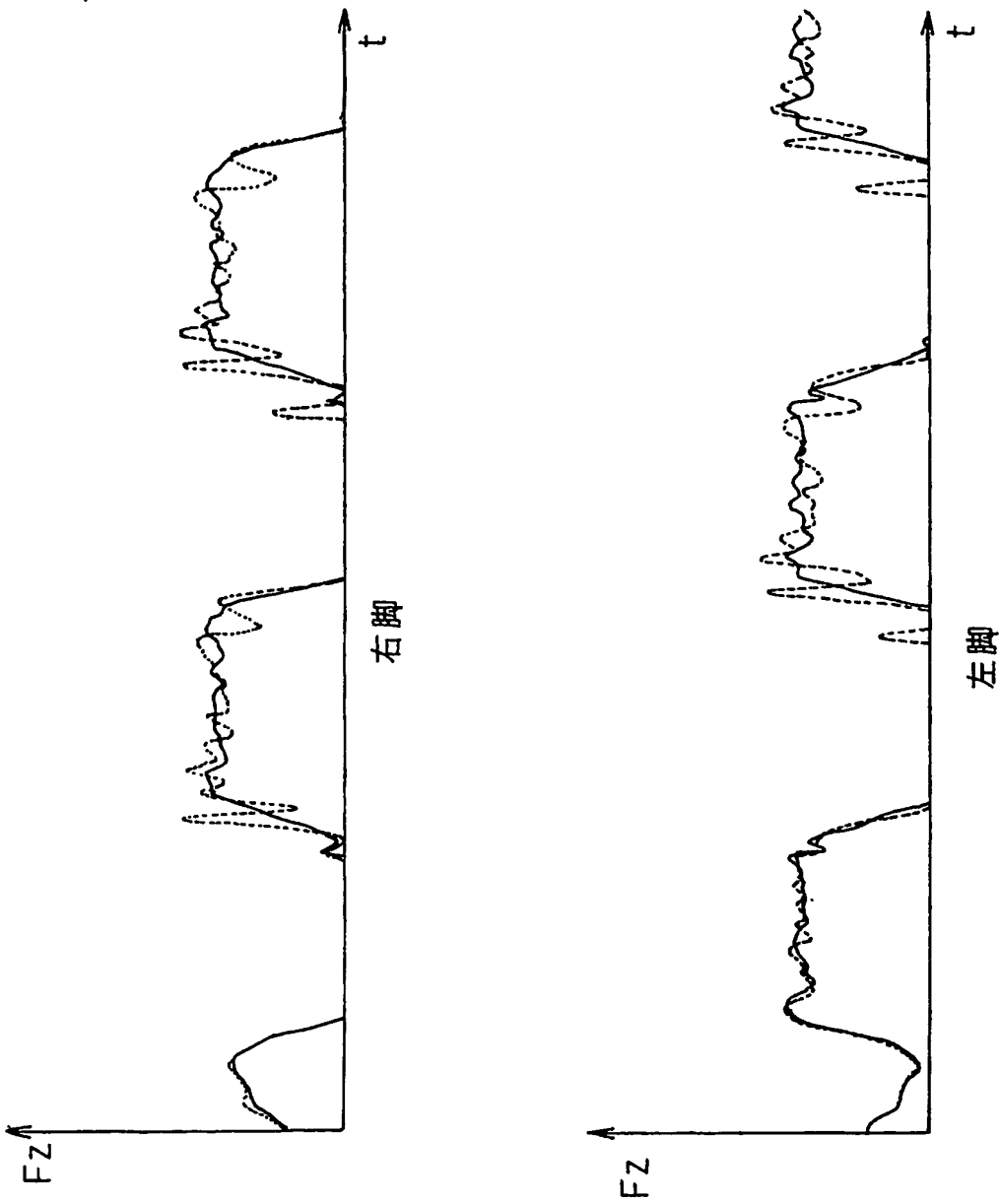
【図 5】



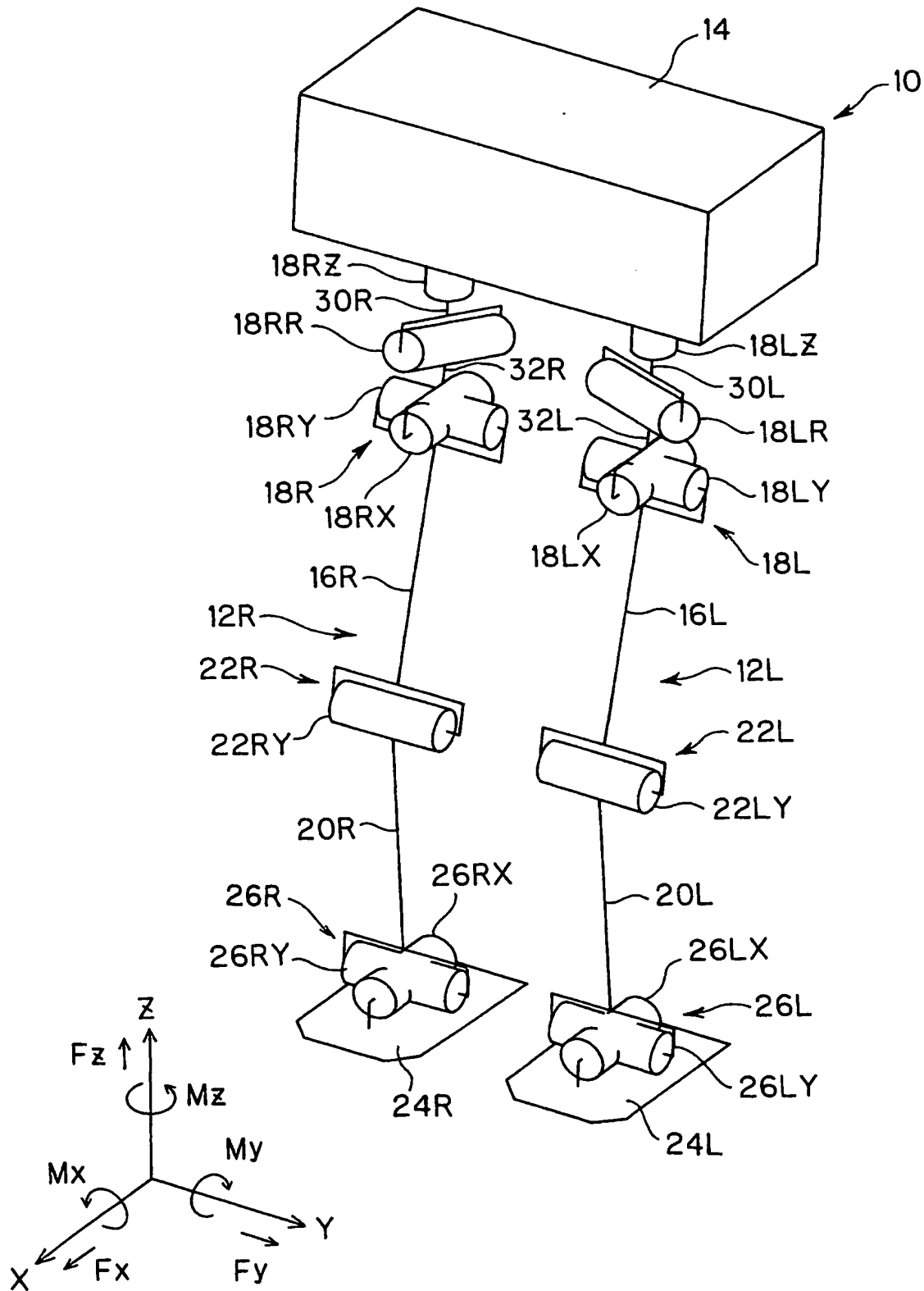
【図 6】



【図 7】



【図 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 上体の屈曲量および脚部の可動域を増大させ、姿勢や歩容の自由度を向上させると共に、上体への機器の収容性を低下させることのないようにした脚式移動ロボットを提供する。

【解決手段】 股関節 18R, 18L に、ヨー軸回りの自由度を生成する股関節ヨー軸 18RZ, 18LZ と、ロール軸回りの自由度を生成する股関節ロール軸 18RX, 18LX と、ピッチ軸回りの自由度を生成する股関節ピッチ軸 18RY, 18LY とを設けると共に、さらに、ピッチ軸回りの冗長自由度を生成する股関節冗長軸 18RR, 18LR を設ける。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 1 4 1 4 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社